à Monsieur le Secrétaire
de la part de l'auteur

ANNUAIRE

POUR L'AN 1883,

PUBLIÉ

PAR LE BUREAU DES LONGITUDES.

DISCOURS

SUR LES

MÉTHODES EN ASTRONOMIE PHYSIQUE.

RAPPORT

SUR

LA PROCHAINE ÉCLIPSE DU 16 MAI 1883,

PAR M. JANSSEN.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

LES MÉTHODES

EN

ASTRONOMIE PHYSIQUE[1]

Je dois, au nom de l'Association, remercier la ville de la Rochelle de l'accueil qu'elle nous a préparé. Cet accueil, je ne m'en étonne point : nous sommes ici dans une ville qui était la tête et le cœur d'une vieille race française, qui fut toujours amoureuse de liberté et de progrès, et dont la physionomie dans notre histoire nationale est singulièrement remarquable.

Race intelligente et fière, d'une indomptable énergie, son histoire est celle d'une lutte perpétuelle contre toute domination. C'est ainsi que, livrés à vos seules forces, au milieu de cette

(1) Discours prononcé le 24 août 1882, pour l'ouverture du Congrès tenu à La Rochelle par l'Association française pour l'avancement des Sciences, par M. J. Janssen, Président.

France des XIVe et XVe siècles, déchirée par les factions, démembrée par l'étranger, vous avez lutté avec une constance et une énergie extraordinaires, et vous êtes finalement arrivés à conquérir et à garder votre indépendance. C'est ainsi encore que plus tard, lorsque apparurent des doctrines qui étaient alors des doctrines d'indépendance intellectuelle, vous les avez embrassées avec ardeur et vous avez apporté à leur défense cette énergie et ce courage d'autrefois. Vous avez été vaincus, il est vrai, parce que vous aviez contre vous un grand génie et un grand principe : Richelieu et l'unité nationale. Mais si la chute d'un boulevard d'indépendance politique était nécessaire, l'anéantissement des libertés municipales de cette fière cité et la compression de ces libres esprits furent un malheur. La main plus habile et plus douce d'un Henri IV eût su, sans doute, rattacher sans le briser ce rameau précieux au faisceau national.

Aujourd'hui, ces terribles raisons n'existent plus. Une réforme nouvelle, cent fois plus grande et plus irrésistible que la première, s'est levée sur le monde : c'est la Science. Les libres esprits comme vous peuvent la saluer. Aucun génie ne se dressera efficacement contre elle, aucune digue ne sera assez puissante pour l'arrêter. C'est l'aurore qui se lève et annonce le jour de la grande lumière, ce jour où l'homme, par un usage complet et harmonieusement développé de toutes ses facultés, régnera sur la nature par la connaissance de ses lois, et sur lui-même par le

sentiment pleinement éclairé de ses droits et de ses devoirs.

L'Association, qui est une des plus hautes manifestations de la Science, est donc heureuse de se trouver au milieu de cette libre et courageuse cité. Elle espère que vous conserverez un souvenir durable de son passage, que ce Congrès provoquera de nombreuses conversions, et que nous laisserons ici des amis qui étendront notre influence.

Messieurs, ce Congrès marquera dans l'histoire de notre Société par un événement bien heureux pour elle. L'Association a reçu un legs qui est une fortune et qui va lui permettre d'augmenter dans une mesure considérable les ressources qu'elle met à la disposition des travailleurs. L'auteur de cette généreuse et magnifique donation est M. Charles Brunet. Négociant aux Antilles françaises, c'est par son intelligence et la persévérance de sa volonté que M. Brunet s'était élevé à la situation de fortune dont il jouissait à la fin de sa carrière.

Nous n'avons sur sa vie que bien peu de renseignements, mais la lecture de son testament, qui est un véritable ouvrage où il a consigné ses opinions et ses pensées sous forme de considérants à ses legs, nous donne une idée générale de son caractère. On voit que cet esprit, qui n'avait pas reçu une culture intellectuelle supérieure, avait d'intuition le sentiment de la grandeur de la Science et du rôle qu'elle est appelée à prendre dans le monde moderne. Il

sent, dans la Science, le plus grand des instruments de progrès matériel et moral ; de là, pour cet esprit généreux, l'amour qu'il lui porte et son désir ardent d'en faire une des bases les plus fermes de l'éducation. Cette pensée qui s'est emparée de son esprit le préoccupe de plus en plus ; et, parvenu au terme de sa vie, libre de devoirs de famille, ayant fait largement la part de quelques parents et satisfait aux besoins de l'amitié, il veut que sa fortune soit appliquée à ce grand objet.

Notre institution, messieurs, avait vivement frappé M. Brunet. Cette libérale Association, ouverte à tous, ces généreux encouragements donnés aux travailleurs scientifiques et qui ne sont pas seulement une aide matérielle, mais encore un appui moral et un honneur ; ces congrès qui réunissent tour à tour dans chacune de nos grandes cités l'élite scientifique du pays, qui mettent en présence par la discussion toutes les opinions et les idées et amènent de si heureux rapprochements entre les savants et les autres membres de la Société ; cette publication enfin qui résume et conserve la trace de tous ces commerces et de tous ces travaux ; tout cet ensemble, messieurs, parut si important à M. Brunet qu'il fixa son choix. C'est à la fois un honneur pour lui et pour nous.

Oui, honneur et reconnaissance à ces hommes modestes qui, privés des lumières d'une instruction supérieure, arrivent, par l'effet d'un généreux instinct et d'une noble nature, à se

passionner pour nos grands intérêts sociaux et deviennent les coopérateurs des œuvres les plus élevées et les plus généreuses !

Vous estimerez sans doute qu'un bienfait aussi considérable mérite une expression toute particulière de gratitude. Nous aurons l'honneur de vous faire des propositions à cet égard.

Messieurs,

Il est d'un usage presque consacré aujourd'hui que le discours de votre président ne doit pas embrasser l'ensemble des progrès accomplis dans toutes les sciences qui sont l'objet de vos études, mais qu'il doit traiter plus spécialement de l'une d'elles, pour en donner l'histoire et les progrès en un substantiel résumé.

Cette coutume me paraît excellente. On gagne ainsi en précision et en autorité ce qu'on semble perdre en étendue, et nous devons à cet usage des morceaux de maître dont l'impression n'est pas encore effacée de vos esprits, mais qui me donnent la bien légitime appréhension d'en rester trop éloigné.

J'essayerai donc de vous présenter un tableau, esquissé à grands traits, des progrès et de l'influence d'une Science qui a une part considérable dans le mouvement scientifique contemporain, et dont les découvertes n'ont pas seulement révolutionné nos connaissances astronomiques, mais encore ouvert à la Philosophie

des horizons nouveaux et inattendus : je veux parler de l'Astronomie physique.

L'Astronomie physique est une science toute moderne et même, pour ses meilleures parties, contemporaine. Ce n'est pas que, par son objet, elle ne puisse être considérée comme très ancienne. Dès les premiers temps, en effet, quand les hommes commencèrent à tourner leurs regards vers le ciel, et qu'avec ces premières observations naquirent les premières réflexions sur la nature, l'homme se demanda ce qu'était ce Soleil que son rôle immense et bienfaisant a fait désigner de si bonne heure comme l'*âme de la nature*. Il chercha la cause qui prêtait à la Lune cette lumière douce et mystérieuse qui donne un charme si plein de poésie aux nuits de l'Orient, et enfin il s'interrogea sur la nature de ces points brillants qui parsèment la voûte céleste.

Tous ces problèmes relèvent de notre Science, mais alors combien peu l'homme était-il en état de les aborder! Pour soulever même un coin du voile, il fallut de longs siècles d'observations et de travaux.

Cest qu'en effet l'Astronomie physique suppose une science très avancée; en particulier, une connaissance très profonde des propriétés de la lumière, soit qu'on considère cet agent en lui-même ou dans ses rapports avec les corps; elle exige encore des arts mécaniques très perfectionnés pour construire les appareils tout à la fois gigantesques et si précis qu'elle emploie.

L'Astronomie des mouvements, au contraire, ne demande d'abord que des yeux et des instruments très simples ; aussi est-ce par elle que les premiers astronomes débutèrent.

Plus tard, la Science, cessant d'être purement descriptive, devint géométrique et, par la découverte et l'application des hauts calculs, elle prit enfin un sublime essor. Nous eûmes alors la Mécanique céleste.

Pendant cette longue période, la branche physique de la Science n'existait pas, à proprement parler. Réduite à des hypothèses sans vérification possible, les théories de la Physique céleste étaient même tombées en discrédit. Il faut dire que la beauté et l'importance des découvertes dont les géomètres dotaient sa sœur aînée ne contribuèrent pas peu à ce résulat.

Mais trois grandes conquêtes changèrent complètement cette situation en donnant à la Physique des armes qui allaient enfin lui permettre d'entrer glorieusement en lice. Je veux parler des lunettes, de l'analyse spectrale, de la Photographie.

LES LUNETTES.

C'est l'invention des lunettes qui donna à l'Astronomie physique ses premières bases.

Tout le monde connaît l'émotion qui s'empara de l'Europe à l'annonce de la découverte d'un instrument qui avait le pouvoir de montrer les objets éloignés comme s'ils étaient proches. Ce fut alors que Galilée, sur la seule indication

des propriétés de l'instrument, en découvrit la disposition, le construisit, le tourna aussitôt sur le ciel et fit, par ce secours fécondé par son génie, une série de magistrales découvertes. Ces découvertes se rapportent surtout à notre monde solaire.

En effet, si l'on excepte le Soleil et la Lune, qui ont un diamètre sensible et peuvent se prêter à quelques observations sans le secours des lunettes, tous les astres et les planètes en particulier ne paraissent à l'œil que comme des points brillants et ne permettent d'études que sur leurs mouvements. Aussi une astronomie sans lunettes n'aurait-elle jamais pu nous permettre que des probabilités sur les planètes, considérées comme des corps semblables à la Terre par leur forme, leur constitution et leur rôle.

Mais, dès qu'on vit que ces points brillants et comme enflammés se résolvaient dans les lunettes en disques bien définis, montrant des indices de continents, de nuages, d'atmosphères; quand on put constater autour de ces globes des satellites jouant le rôle de la Lune par rapport à la Terre, alors les probabilités firent place à une éclatante certitude.

Ce sont donc les lunettes qui ont définitivement dévoilé la constitution du système solaire et assigné à la Terre son rôle et son rang dans la famille des planètes.

En même temps, la découverte des taches du Soleil, celle de sa rotation, complétaient la con-

ception du système solaire et préparaient même la théorie de sa formation.

Ainsi voilà une phase bien déterminée dans l'histoire des idées de l'homme sur l'univers, et c'est le grand nom de Galilée qui la caractérise.

Pouvait-on aller immédiatement au delà? Pouvait-on interroger à leur tour les étoiles et rechercher si, comme le Soleil, elles avaient un disque sensible, des taches, une rotation, des planètes circulant autour d'elles ; en un mot, pouvait-on étendre les notions acquises sur le système solaire à l'univers stellaire? La méthode ne le permettait déjà plus.

En effet, il résulte de la belle mesure des parallaxes que l'étoile la plus rapprochée de nous est à une distance plus grande que 200000 fois notre distance au Soleil. Il faudrait donc une lunette grossissant plus de 200000 fois pour nous montrer, dans les circonstances les plus favorables, une étoile avec le diamètre que présente le Soleil à l'œil nu. C'est un pouvoir 100 fois plus considérable que les plus grands pouvoirs utilement obtenus.

Nous sommes donc forcés de rester dans les limites de notre système, et de procéder par voie d'analogie quand nous voulons en sortir. Ces analogies, il est vrai, sont déjà bien puissantes avec Copernic et Galilée, mais elles prendront tout à l'heure, avec Kirchhoff et Huggins, une force irrésistible.

La nature réserve presque toujours à l'obser-

vateur assidu et sagace des imprévus qui dépassent ses espérances.

En effet, tandis que l'étude des étoiles considérées comme mondes particuliers nous demeurait inaccessible, un grand observateur découvrait des faits d'une portée bien plus générale.

Ceci nous conduit à une seconde phase de la période des lunettes, phase caractérisée par les observations du grand Herschel. Herschel changea la forme de l'instrument et en adopta une qui se prêtait mieux à la réalisation des grands pouvoirs qu'il voulait obtenir. Or, par son immense étude des nébuleuses, par sa découverte des étoiles multiples circulant les unes autour des autres, il a jeté les bases de la théorie des mondes à centres multiples, conception toute nouvelle qui ne découlait pas de celle du système solaire et qui était beaucoup plus générale.

Ainsi le problème était résolu dans ses termes extrêmes. La grande lacune n'était que plus regrettable; cette lacune n'est pas encore comblée. Nous ne pouvons pas étudier directement ces mondes que forme chaque étoile avec les planètes qui lui font cortège. Mais une méthode nouvelle d'investigation est venue jeter des lumières inattendues sur la question.

L'ANALYSE SPECTRALE.

La première période de l'Astronomie physique avait donc été inaugurée avec la modeste lu-

nette de Galilée, et l'on peut dire qu'elle se fermait avec les grands télescopes d'Herschel.

Déjà au commencement de ce siècle, alors que l'astronome de Selough venait de terminer sa grande revue du ciel, on sentait que la moisson était à peu près épuisée, et l'on cherchait un autre instrument de progrès.

Arago avait cru le trouver dans la découverte de Malus, à laquelle il avait brillamment ajouté. Il fit les plus grands efforts pour asseoir sur la polarisation une nouvelle branche d'Astronomie physique. Le résultat, il faut le dire, ne répondit pas à son attente.

Après quelques belles applications du grand astronome physicien, les découvertes s'arrêtèrent. Aujourd'hui la méthode polariscopique ne peut guère nous servir qu'à prononcer entre des phénomènes de réflexion ou d'émission.

Il en fut tout autrement d'une méthode dont les origines remontent, suivant nous, à la renaissance même de l'Optique. Celle-ci est également fondée sur les actions des corps sur la lumière, mais, par la richesse et la profondeur des modifications qu'elle considère, elle sait franchir dans la matière ce qui ne tient qu'à ses propriétés générales pour atteindre jusqu'à son individualité propre, c'est-à-dire jusqu'à l'espèce chimique.

Le principe qui sert de base à cette nouvelle méthode, nommée *analyse spectrale,* est aussi simple que général, et peut se formuler ainsi : les rayons élémentaires émis par toute matière ga-

zéiforme rayonnante dépendent de l'espèce chimique de cette matière, et la caractérisent. D'où il suit que l'image spectrale résultant de l'analyse du faisceau des radiations émises par le corps variera avec la nature chimique de ce corps.

C'est, en effet, sur la considération des spectres que l'analyse spectrale est fondée.

Il est nécessaire d'ajouter que la nature chimique des corps n'est pas l'élément exclusif de la constitution de son spectre ; cette constitution peut varier avec les circonstances physiques du phénomène, la pression, la température, la cause génératrice du rayonnement, etc.; mais ce sont là des effets subordonnés qui ne donnent que plus de richesse à la méthode, sans lui faire perdre sa certitude et son caractère.

Or, messieurs, comment a-t-on pu franchir cette énorme distance qui sépare la notion du corps envisagé dans ses propriétés générales de celle du corps individualisé jusqu'à constituer une espèce chimique? C'est en considérant la lumière, non plus seulement dans son ensemble, mais bien dans ses éléments; c'est en étudiant, non plus seulement le faisceau tout entier avec les modifications générales qu'il peut éprouver, mais en poussant l'examen jusqu'aux rayons élémentaires dont il est formé. La petite masse de matière qui constitue la molécule chimique, lorsqu'elle peut vibrer librement comme cela a lieu dans l'état gazeux, émet un système d'onde particulier, système qui varie princi-

palement avec l'espèce chimique de cette molécule; système qui variera encore, mais d'une manière plus secondaire, comme cela est bien facile à prévoir, avec la distance des molécules entre elles, avec la nature et l'intensité des forces qui sollicitent au mouvement vibratoire, etc. N'est-on pas porté malgré soi, ne serait-ce que pour offrir une image à l'esprit, à comparer l'ensemble des rayons lumineux émis par cette molécule au système des sons donnés par une corde vibrante, système qui dépend, pour le principal, de la longueur de la corde, et pour les phénomènes secondaires, de volume, de timbre, etc., des autres circonstances qui accompagnent la vibration?

Maintenant, il faut bien remarquer que, quand on analyse ainsi la lumière, pour la considérer dans ses éléments, on fait une opération toute parallèle à celle du chimiste qui sépare les éléments simples d'un corps complexe. Le rayon élémentaire est une espèce chimique dans la lumière. Il en a tous les caractères : il est indécomposable ; il a une individualité propre; invidualité caractérisée par sa longueur d'onde, par les effets physiologiques qu'il provoque, soit en agissant seul, ou associé à d'autres rayons, par les phénomènes qu'il présente dans ses rapports avec les corps. C'est donc en faisant sur la lumière une opération parallèle à celle qui fut faite sur les corps qu'on a rapproché les deux Sciences. L'analyse chimique par la lumière a été faite *en puissance*, du jour où l'on

a considéré dans la lumière *l'espèce chimique* des rayons. Or cette grande idée de la spécificité des rayons lumineux est due à Newton. Elle a été introduite dans la Science au moment où ce grand génie, un des plus grands de ceux qui ont illuminé la pensée humaine, a donné son explication de l'action du prisme sur la lumière blanche. Oui, de ce jour, l'analyse spectrale avait ses bases posées, et l'on eût pu en commencer immédiatement l'étude. Mais l'esprit humain ne procède pas avec une logique aussi pénétrante et aussi absolue. Il fallait laisser au temps le soin d'amener l'acquisition, successive et souvent fortuite, des faits révélateurs. Mais quand ces faits se présentèrent, il faut dire que, malgré le génie des expérimentateurs, leur signification réelle eût échappé, si la grande idée de Newton ne les eût pas éclairés de son éclatante lumière. La notion de l'individualité des rayons était alors tellement entrée dans nos esprits, qu'elle produisit ses fruits comme à notre insu. Mais l'histoire, dont la vue doit remonter jusqu'aux origines, a pour devoir de faire la part de toutes les causes qui ont influé sur l'événement. Cette part, du reste, ne diminue en rien l'admiration que nous devons aux créateurs du merveilleux instrument. Ils ont donné corps et vie à ce qui dormait en puissance, ils se sont montrés ainsi les dignes continuateurs de Newton.

Vous savez, Messieurs, que cette analyse spectrale a fait dans la Science son apparition

d'une manière subite. Vous vous rappelez encore l'émotion qui s'est emparée de nous tous quand on a annoncé tout à coup qu'on venait de faire l'analyse chimique de l'atmosphère solaire, et qu'on nous a donné la liste des métaux qu'elle contient. Mais vous connaissez trop l'histoire de la Science pour admettre qu'une méthode aussi complète n'avait aucun antécédent. Ces antécédents existent en effet, ils sont même nombreux. A ces travaux, qui concourent à constituer la méthode définitive, se rattachent en effet les noms de Wollaston, de Fraunhofer, de John Herschel, de Talbot, de Miller, de Wheatstone, de Swan, de Masson, de Foucault, etc. Mais Kirchhoff et Bunsen surent faire la synthèse de tous ces efforts et constituèrent la méthode sous sa forme générale et pratique. Enfin, ils donnèrent à leur œuvre la meilleure des consécrations, celle des découvertes. Quand l'analyse spectrale se présenta au monde savant, elle tenait dans une main le cœsium et le rubidium, dans l'autre la liste de métaux reconnus dans un astre situé à cent quarante-huit millions de kilomètres. Comment s'étonner de l'accueil enthousiaste qui lui fut fait?

La suite fut digne de ces étonnants débuts. Mais les illustres auteurs, jugeant sans doute leur tâche accomplie et leur part assez belle, se désintéressèrent des applications qui allaient se suivre sans interruption.

A l'apparition de la méthode, on croyait que l'incandescence des gaz était une des conditions

de leur absorption élective. Un physicien français, jugeant que le phénomène devait se rapporter plutôt à l'état gazeux qu'à la température, fut amené à penser que l'atmosphère terrestre devait exercer, au même titre que l'atmosphère qu'on admettait autour du Soleil, une action de ce genre. Déjà, Brewster avait découvert que le spectre du Soleil s'enrichit de bandes sombres au coucher et au lever de cet astre ; mais, dans l'instrument de l'illustre physicien anglais, ces bandes disparaissaient complètement du spectre pandant le jour : aussi Brewster et Gladstone, son éminent collaborateur, dans un dernier Mémoire sur ce sujet, paru en 1860, déclaraient-ils ne pouvoir se prononcer sur la cause du phénomène.

Le physicien dont nous parlons commença par montrer que les bandes de Brewster peuvent se résoudre en raies fines, comparables aux raies d'origine solaire; il prouva ensuite que ces raies sont permanentes dans le spectre durant tout le jour, et que leur degré d'intensité est en rapport avec les épaisseurs atmosphériques traversées. C'était la démonstration de l'action de notre atmosphère. Aussi nomma-t-il ces raies *telluriques,* pour bien marquer leur origine.

Cette démonstration du pouvoir d'absorption élective, exercée par notre atmosphère, fut corroborée peu de temps après par une expérience du même savant faite sur le lac de Genève, expérience dans laquelle ces raies d'absorption

furent obtenues avec la lumière d'un bûcher placé au bord du lac, à 21^{km} de l'observateur.

Enfin, par des expériences qui eurent lieu à l'usine de la Villette, au moyen d'un tube de 37^{m} de long contenant de la vapeur d'eau à 7^{atm}, il fut démontré que cette vapeur possède un spectre d'absorption très étendu, et que la meilleure partie de l'action de notre atmosphère doit lui être attribuée.

Ces observations et ces expériences doublaient le champ d'investigation ouvert à l'analyse spectrale. Ce ne sont plus seulement les atmosphères enflammées du Soleil et des étoiles qui peuvent nous révéler leur nature et leur composition, nos recherches peuvent s'étendre à des objets qui ont pour nous un intérêt plus grand encore : nous pouvons tout d'abord prendre pour sujet notre propre atmosphère; en étudier hygrométriquement les hautes et inaccessibles régions et là faire des analyses qui ne pourraient être tentées par aucun autre moyen. Nous pouvons ensuite, sortant de la Terre, aller interroger les atmosphères planétaires, y chercher la vapeur d'eau et avec elle une des premières conditions du développement de la vie terrestre. Nous pouvons encore, rapprochant la composition des atmosphères des planètes des circonstances astronomiques qui permettent de préjuger l'état de leurs surfaces, suivre chez elles des évolutions qui sont, pour nous, du domaine du passé ou de l'avenir. Enfin cette même étude des atmosphères planétaires, lorsqu'elle sera de-

venue plus complète, nous montrera si notre atmosphère est un type reproduit partout, et dont la composition paraît dès lors indispensable à l'existence des êtres, ou bien, au contraire, si, par la constatation de compositions atmosphériques variées, on est conduit à admettre l'apparition et le développement de la vie dans des milieux essentiellement différents.

Mais la découverte des propriétés optiques de la vapeur d'eau peut recevoir des applications encore plus étendues et plus grandioses. Ainsi qu'on l'a proposé (¹), elle peut nous servir à interroger non plus seulement les atmosphères planétaires, mais celles des soleils eux-mêmes, et cette analyse nous conduit alors à des notions toutes nouvelles sur les évolutions dont ces astres sont le théâtre. Il existe en effet une classe d'étoiles que nous rencontrons principalement parmi celles qui sont de couleur jaune ou rouge et dont le spectre présente les raies obscures de la vapeur d'eau. Or, pour que les gaz générateurs de l'eau aient pu se combiner et donner naissance à cette vapeur, il faut que l'atmosphère de l'astre se soit singulièrement refroidie. D'après nos analyses, notre Soleil est encore loin de cet état critique; mais, ainsi que nous venons de le dire, les cieux nous présentent de ces soleils refroidis, preuve nouvelle que l'Univers n'a pas été formé au même instant dans

(¹) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXIII, p. 294; t. LXVIII, p. 1545.

toutes ses parties, mais qu'il contient au contraire des astres de tous les âges, et à tous les degrés de la carrière qu'ils doivent fournir. Ainsi, l'observateur qui explore le Ciel ressemble au voyageur qui parcourt une forêt, et dont les pas rencontrent tour à tour le gland qui lève, l'arbre adulte ou la trace noire que laisse le vieux chêne comme dernier témoin de son existence.

Tandis que ces études se faisaient en France, l'analyse spectrale, telle que ses auteurs l'avaient constituée, recevait, en Angleterre, de magnifiques développements. MM. Miller et Huggins abordaient l'étude des étoiles et retrouvaient chez toutes celles qui étaient soumises à leur examen les éléments solaires diversement associés (1). Ce résultat avait une portée philosophique immense, puisqu'il prouvait que la matière qui forme le monde solaire et ceux des étoiles est empruntée aux mêmes éléments. C'était la démonstration de l'unité matérielle du monde. Mais on alla plus loin encore. Il est des astres que nous considérons comme situés aux

---

(1) En 1862, M. Janssen, etudiant à Rome, constata que l'étoile α d'Orion compte le sodium parmi les vapeurs métalliques qu'elle contient; l'exactitude de cette conclusion fut confirmée en 1865 par MM. Miller et Huggins.

Au moment où elle fut faite, cette observation constituait le premier fait sur l'unité des éléments matériels du Monde.

confins de l'Univers visible, et dont la lumière est tellement affaiblie par l'immense trajet qu'elle doit faire pour parvenir jusqu'à nous, qu'ils ne nous apparaissent que comme de faibles lueurs. M. Huggins en réalisa cependant l'analyse et montra qu'il existe toute une classe de nébuleuses, irrésolubles en étoiles et formées de gaz incandescents, parmi lesquels figure, toujours en première ligne, l'hydrogène, qui paraît ainsi l'élément principal parmi les matériaux qui forment l'Univers.

Ainsi tout l'Univers visible : le Soleil et son cortège de planètes, les étoiles peuplant les profondeurs des cieux, et jusqu'à ces nébuleuses qui n'apparaissent dans nos instruments que comme de faibles lueurs, la Chimie peut les atteindre, notre analyse les saisit et en rapporte la preuve que toute cette matière est une, et que ces astres sont faits de l'étoffe même qui nous a formés. Mais il y a plus, à ces distances, et en présence de ces formes vagues et indécises des nébuleuses, il ne serait pas possible d'étudier des mouvements précis et de décider si la grande loi de la gravitation régit encore ces régions si reculées. Or la Chimie vient ici au secours de la Mécanique, et nous pouvons dire hardiment que cette matière, qui est identique à la nôtre, est soumise, comme elle, aux lois de la gravitation. Certes, quand Newton décomposait un faisceau de lumière blanche et posait les premières bases de la théorie du spectre, il était loin de soupçonner que sa grande loi de gravi-

tation y trouverait plus tard des ailes pour l'emporter jusqu'en des régions où toute mesure cesse et tout calcul est impuissant.

L'analyse spectrale, après avoir ainsi, en quelques années, parcouru l'Univers, et en avoir rapporté la magnifique moisson que je viens de rappeler, revint au Soleil, son point de départ, et y revint à propos des éclipses.

On sait que ces phénomènes nous montrent tout un ensemble de phénomènes extrêmement beaux, mais non moins extraordinaires, et qui jusqu'alors étaient restés inexplicables.

Ces protubérances de couleur rosacée et de formes bizarres qui entourent le limbe obscur de la Lune, cette magnifique auréole lumineuse, ces rayons formant gloire et s'étendant souvent à d'énormes distances, tout cela constituait autant d'énigmes pour les astronomes, jusqu'en 1868.

Alors eut lieu une des plus grandes éclipses du siècle. On eût dit que, au moment où les cieux venaient de se laisser arracher de si beaux secrets, l'astre du jour voulait, lui aussi, nous inviter à l'étude de son admirable structure.

L'éclipse fut observée, et le résultat dépassa enfin l'attente générale [1]. La nature des protubérances fut enfin reconnue, et l'on découvrit même une méthode qui permet l'étude journalière de ces

---

[1] La France envoya deux missions, dont une au nom du *Bureau des Longitudes*, et due à l'initiative de M. Faye, et une seconde au nom de l'*Observatoire*.

phénomènes, et dispense d'attendre les rares occasions des éclipses. Bientôt cette méthode amenait la découverte de l'atmosphère chromosphérique, qui complétait et expliquait celle des protubérances. Ces premiers résultats peuvent se formuler ainsi :

Au soleil d'Herschel et d'Arago, formé d'un noyau central et d'une enveloppe lumineuse nommée la *photosphère*, vient s'ajouter une couche formée principalement d'hydrogène incandescent. Cette couche, en contact immédiat avec la photosphère, est très mince : elle a seulement 8″ à 12″ d'épaisseur; elle est le siège de petites éruptions de vapeurs métalliques provenant de la photosphère, et où dominent le sodium, le magnésium, le calcium. Mais fréquemment, et surtout à l'époque où les taches solaires deviennent abondantes, s'élèvent, du globe solaire, de formidables éruptions d'hydrogène qui traversent cette même enveloppe et s'élèvent jusqu'à vingt et trente mille lieues de hauteur. Ces éruptions, ce sont les protubérances des éclipses totales, dont la nature était ainsi révélée et les formes parfaitement expliquées.

Quant à l'auréole et aux phénomènes plus extérieurs, ils furent l'objet des éclipses suivantes :

En 1871, des observations françaises démontrèrent que la couronne constitue une nouvelle atmosphère solaire. Atmosphère très rare, énormément étendue, où l'hydrogène domine encore, bien que présentant des circonstances spectrales

encore inexpliquées. Cette atmosphère paraît emprunter une partie des apparences qu'elle nous présente aux éruptions protubérantielles qui la pénètrent et viennent s'éteindre dans son sein. Aussi paraît-il bien probable, ainsi que l'opinion en a été formulée par l'auteur de ces observations ([1]), que la figure de la couronne doit varier avec l'état d'activité extérieur du Soleil. Aux époques du maximum des taches, alors que les éruptions protubérantielles sont dans toute leur activité, cette atmosphère doit être sillonnée par des jets nombreux et riches qui augmentent son étendue, sa densité, et changent son aspect. Cette opinion a été confirmée par un des observateurs de la dernière éclipse observée en Égypte.

LA PHOTOGRAPHIE.

Je terminerai cette courte revue des méthodes de l'Astronomie physique en disant un mot d'un art qui apporte maintenant à nos études scientifiques un secours vraiment merveilleux : je veux parler de la Photographie.

Considérée dans son ancien et premier objet, la Photographie a pour but de fixer les images de la chambre noire. Mais son but et ses moyens se sont singulièrement étendus. Nous n'avons à considérer ici que le secours et les applications que l'Astronomie physique peut en attendre.

([1]) *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1879.

La première application qui fut faite de la Photographie à la science du Ciel le fut en France, quoi qu'il en ait été dit. La *première image* d'un astre fixée sur la plaque daguerrienne fut *celle du Soleil*, et c'est aux auteurs des admirables procédés pour mesurer sur terre la vitesse de la lumière qu'elle est due, à MM. Fizeau et Foucault [1].

Peu après, on obtenait aux États-Unis des images de la Lune. Après ces premiers essais, vinrent des travaux suivis, dont le Soleil et la Lune surtout furent les objets. Tout le monde connaît les belles épreuves de photographie lunaire dues à M. Warren de la Rue et surtout à M. Rutherfurd. Dans plusieurs observatoires, on prenait régulièrement des photographies du Soleil au point de vue des taches et facules de l'astre.

Plus récemment, M. Rutherfurd et M. Gould abordèrent la confection des Cartes célestes et, dans ces derniers temps, on obtenait, à New-York (M. Draper) et à Meudon, des photographies de la nébuleuse d'Orion.

Tous ces travaux sont fort importants; ils se rapportent à un premier objet de la Photographie astronomique : obtenir des astres et des

---

[1] Cette image est insérée dans l'*Astronomie* d'Arago, t. II, p. 176; elle est du 2 avril 1845. Il paraît que la même année, on obtenait aux États-Unis des impressions photographiques de α Lyre et de Castor; mais le point noirâtre donné par une étoile n'est point l'image de cet astre.

phénomènes qui s'y produisent, des images durables et fidèles qui se prêtent à des études et à des mesures ultérieures. Jusqu'ici, les observateurs n'avaient, pour conserver le souvenir d'un phénomène, que la mémoire, la description écrite ou le dessin. La Photographie y substitue l'image matérialisée du phénomène lui-même, admirable artifice qui empêche en quelque sorte le phénomène de s'éteindre, d'entrer dans le domaine du passé et nous le conserve toujours présent pour l'examen ou pour l'étude.

Mais, quelle que soit l'importance de ces résultats, les derniers travaux dont la Photographie a été l'objet, spécialement en ce qui concerne le Soleil, ont montré que cette méthode peut être employée comme moyen de découverte en Astronomie.

Les grandes images solaires qui ont été obtenues dans ces dernières années à Meudon ont révélé des phénomènes de la surface du Soleil, que ne peuvent montrer nos plus grands instruments d'observatoire et qui ouvrent un champ tout nouveau à ces études. Par leur aide, nous connaissons enfin la véritable forme de ces éléments de la photosphère sur lesquels il avait été émis tant d'assertions différentes et contradictoires. Ces éléments sont constitués par une matière fluide qui obéit avec facilité à l'action des forces extérieures. Dans les points de calme relatif, la matière photosphérique prend des formes qui se rapprochent plus ou moins de la sphère, et l'aspect est celui d'une granulation générale.

Au contraire, partout où règnent des courants et des mouvements de matière plus violents, les éléments granulaires sont plus ou moins étirés et prennent des aspects qui rappellent les formes de grains de riz, de feuilles de saule ou même de véritables filaments.

Mais ces régions où la photosphère est plus agitée forment des plages limitées. Dans les intervalles, c'est la forme granulaire qui s'observe. Il résulte de cette constitution particulière que la surface du Soleil offre l'aspect d'un réseau, dont les mailles seraient formées par des chapelets de grains plus ou moins réguliers, montrant dans les intervalles des corps étirés, allongés dans toutes les directions.

Une étude attentive de ces curieux phénomènes conduit à en donner une explication très simple.

La couche de matière lumineuse à laquelle le Soleil doit son pouvoir rayonnant est très mince, comme on sait. Si cette couche était dans un état d'équilibre parfait, la matière fluide qui la constitue formerait une enveloppe continue autour du noyau solaire ; les éléments granulaires étant confondus les uns avec les autres, la surface solaire aurait partout un éclat uniforme. Mais les courants ascendants dont témoignent les éruptions de vapeurs métalliques et les protubérances hydrogénées viennent rompre en un grand nombre de points la couche fluide qui tend à se former. Celle-ci se trouve brisée et divisée en fragments plus ou moins considé-

rables. Là où les forces perturbatrices laissent ces éléments photosphériques dans un état de repos relatif, ils prennent une forme globulaire plus ou moins prononcée. Dans les points, au contraire, où les courants ascendants ont leur siège, ces éléments montrent, par leurs aspects, la violence des actions auxquelles ils sont soumis. De là, les formes si variables des éléments photosphériques, sur lesquels on a tant discuté. De là encore l'explication de cette structure en réseau de la surface solaire, qui a été révélée par la Photographie.

Ces images montrent encore l'énorme différence qui existe entre le pouvoir lumineux de ces éléments de la photosphère et le milieu où ils nagent et qui semble tout à fait obscur à côté d'eux. Il résulte de cette constitution que, suivant le nombre et l'éclat de ces éléments, le pouvoir rayonnant du Soleil sera affecté dans la même proportion. Les taches ne peuvent donc plus être considérées comme l'élément principal des variations que le rayonnement solaire peut éprouver : il faut y ajouter désormais ce nouveau facteur, dont l'action peut être prépondérante.

Ces photographies permettent encore une étude qui promet des résultats d'une extrême importance : je veux parler des mouvements que prennent les éléments granulaires sous l'action des forces qui bouleversent la couche photosphérique. Pour étudier ces mouvements, on prend à de très courts intervalles, à l'aide du revolver

photographique, des images successives d'un même point de la surface solaire. La comparaison de ces images montre, en effet, que la matière photosphérique est animée de mouvements d'une violence dont nos phénomènes terrestres ne peuvent donner qu'une bien faible idée.

Mais vous savez, Messieurs, qu'à l'exemple de l'analyse spectrale la Photographie est en train de parcourir les cieux. L'année 1881 a vu la première photographie de comète obtenue avec une portion très considérable de la queue de l'astre. Cette photographie a révélé de curieux détails de structure, et a permis diverses mesures photométriques, notamment celle qui montre que l'appendice caudal, malgré l'éclat dont il semble briller, est, à quelques degrés seulement du noyau, deux à trois cent mille fois moins lumineux que la Lune. Il y aura sans doute lieu de chercher à perfectionner ces premiers essais, car il sera de la plus haute importance d'obtenir, par la Photographie, des documents aussi incontestables pour l'histoire de ces astres singuliers, dont la nature présente encore tant d'énigmes.

Des essais non moins intéressants ont été tentés à l'égard des nébuleuses. Ces astres ont une grande importance au point de vue de la théorie de la formation des systèmes stellaires et de la genèse des mondes. Il y aurait un intérêt immense à constater nettement l'existence et la nature des changements survenus dans leur structure; aussi de bonnes photographies de

nébuleuses auraient-elles à ce point de vue une grande importance.

Un premier essai, en Amérique (M. Draper) et à Meudon, a été tenté ; mais le sujet présente des difficultés considérables : c'est d'abord l'extrême faiblesse lumineuse de ces nuages de matière cosmique, puis l'incertitude de leurs contours, et enfin l'éclat si différent de leurs diverses parties. Il en résulte que, suivant la longueur de la pose, la pureté du ciel, la sensibilité de la plaque, on peut obtenir de la même nébuleuse des images plus ou moins complètes et nullement comparables. Il y a donc ici une nécessité impérieuse de définir rigoureusement les conditions dans lesquelles les images sont obtenues. Un des plus sûrs moyens consiste à prendre, en même temps que l'image de la nébuleuse, celles de quelques belles étoiles voisines ; quand ces images sont obtenues en dehors du foyer, elles forment des cercles dont l'opacité plus ou moins grande peut servir de témoin des conditions de l'expérience et servir à les reproduire plus tard. Il faudra, pour que la seconde image de la nébuleuse soit comparable à la première, que les temps de l'action lumineuse pour ces deux images soient dans le même rapport que celui des temps qui auront donné des cercles stellaires de la même intensité. Résumons les avantages de la Photographie.

Notre vue est constituée de manière à nous donner des images du monde extérieur. Ces images doivent se former aussitôt que nous

tournons la vue sur un objet, et cesser dès que nous la détournons [1]. De cette nécessité première dérive une propriété fondamentale de la rétine : elle ne conserve les impressions lumineuses que pendant un temps très court. Toute impression qui a environ un dixième de seconde de date est effacée, et la rétine est prête à en recevoir une autre. Aussi, pour conserver dans l'œil une image en permanence, nous sommes obligés de le maintenir sur l'objet, afin de recevoir de celui-ci des impressions toujours nouvelles.

De cette propriété de la rétine découle la fugacité des images oculaires et le faible degré de leur intensité. Nous venons d'expliquer la cause de leur fugacité; leur intensité est réglée par la durée du temps pendant lequel la rétine peut additionner les actions de la lumière. Ce temps étant $\frac{1}{10}$ de seconde, les actions augmentent sur la rétine depuis le commencement de l'action lumineuse jusqu'à la fin de ce temps. Au delà, les actions ultérieures ne font que remplacer celles qui ont plus de $\frac{1}{10}$ de seconde de date, et l'intensité reste constante.

Si la rétine pouvait accumuler les actions

---

[1] Il est bien entendu que nous considérons seulement ici le phénomène principal de la vision, et que nous négligeons à dessein ceux qui se rapportent aux images subjectives et à ces impressions lumineuses qui, dans certaines circonstances, peuvent laisser des traces permanentes après la mort.

lumineuses pendant un temps double, les images oculaires auraient une intensité double ; si cette accumulation pouvait se produire pendant une seconde entière, les images auraient une intensité presque décuple. Alors, la lumière du jour nous serait insupportable, et la nuit serait si constellée d'étoiles, que la voûte céleste nous semblerait comme une immense voie lactée. Telles seraient les conséquences d'un simple changement dans la durée des impressions rétiniennes.

Or, la couche sensible que nous formons sur nos plaques photographiques possède cette propriété de pouvoir accumuler presque indéfiniment les actions lumineuses et d'en conserver la trace. Voilà ce qui la différencie essentiellement de la rétine animale. De là, des défauts qui la rendraient absolument impropre à remplir l'admirable fonction de notre organe visuel, mais de là aussi des propriétés qui la rendent précieuse pour la Science. Cette rétine photographique, quand elle a reçu les derniers perfectionnements de l'art, peut nous donner des images dans des limites de durée qui confondent l'esprit. Nous obtenons aujourd'hui du Soleil des impressions photographiques en $\frac{1}{100000}$ de seconde, et nous ignorons la limite qu'on pourrait atteindre dans cette direction.

D'un autre côté, les images de la comète et celles de la nébuleuse d'Orion ont exigé des temps de pose qui ont varié d'une demi-heure à deux et trois heures. On trouve ainsi que, dans le second cas, les actions lumineuses ont

été jusqu'à un milliard de fois plus longues que dans le premier. Quels phénomènes, par la diversité de leur éclat, pourraient échapper à une si admirable élasticité ?

Mais il y a plus : les plaques photographiques qu'on sait préparer aujourd'hui sont non seulement sensibles à tous les rayons élémentaires qui excitent la rétine, mais elles étendent encore leur pouvoir dans les régions ultra-violettes et dans ces régions opposées de la chaleur obscure où l'œil demeure également impuissant.

En résumé, quels avantages précieux pour nos expériences !

La conservation des images, l'étendue de la sensibilité, la faculté d'embrasser les phénomènes lumineux les plus opposés par leur faiblesse ou leur puissance.

Aussi n'hésité-je pas à dire que la plaque photographique sera bientôt la véritable rétine du savant.

CONCLUSION.

Tel est, messieurs, le tableau bien incomplet des travaux accomplis en Astronomie physique. Ne suffit-il pas, cependant, pour montrer que cette nouvelle branche de l'Astronomie est déjà à la hauteur de sa sœur aînée ? Ne sont-elles pas dignes l'une de l'autre, et ne peuvent-elles pas désormais marcher d'un pas égal à la conquête des cieux ? Comparons-les, en effet.

D'un côté, nous voyons le calcul, ce merveil-

leux levier intellectuel qui, mettant en œuvre quelques données de l'observation, sait en tirer les conséquences les plus belles et les plus inattendues. De l'autre, ces appareils étonnants qui analysent la lumière comme si elle était matière, ou bien lui font donner des images d'objets proches avec des objets éloignés, ou enfin, saisissant ces images fugitives, les rendent fixes et durables.

D'un côté encore, ce génie mathématique qui a créé l'analyse de l'infini, génie de justesse et de profondeur, qui sait pénétrer tous les éléments d'une question et dégager de la complication des données les dernières conséquences qu'elles comportent. De l'autre, ce génie de l'observation, qui tantôt observe les phénomènes avec ce sens inné et supérieur qui en fait découvrir les rapports intimes, tantôt interroge la nature et conduit alors ses expériences comme le géomètre conduit son analyse quand il veut prouver ou découvrir, tantôt, illuminé par une inspiration soudaine, fait d'un trait un de ces rapprochements qui ouvrent des horizons immenses.

D'un côté, enfin, les cieux mesurés, le monde solaire placé dans la balance, ses mouvements si bien enchaînés par la loi qui les régit que, bientôt peut-être, le passé, le présent et le futur n'existeront plus pour l'astronome. Et, de l'autre, des merveilles peut-être plus étonnantes encore : des astres nous révélant leurs formes et les derniers détails de leur structure, comme s'ils avaient quitté les profondeurs des espaces

pour venir docilement s'offrir à notre étude; les mondes confiant les secrets de la matière qui les engendre aux rayons qu'ils nous envoient; et l'histoire du ciel écrite par le ciel lui-même.

Enfin, par ces efforts réunis, l'Univers entier, dans sa majesté et sa grandeur, devenu le domaine intellectuel de l'homme.

Dans cette œuvre, la France peut revendiquer sa part. Si la lunette est hollandaise par son origine, italienne et anglaise par les grandes découvertes qu'elle a permises, l'analyse spectrale compte des travaux français, et la Photographie nous appartient presque tout entière. C'est une raison pour nous de redoubler d'efforts et de sacrifices. Maintenons à cette chère et généreuse patrie le beau rang qu'elle a occupé si longtemps. Nos pouvoirs publics ont toujours montré qu'ils comprenaient bien l'importance de ces hautes études.

Mais, désormais, les gouvernements doivent être soutenus par l'opinion. Une grande société comme la nôtre est une de ses forces les plus considérables et un de ses organes les plus écoutés. Je fais donc le vœu que l'Association reste toujours un des plus fermes soutiens d'une Science qui a été une des grandes gloires de la France.

LA PROCHAINE ÉCLIPSE

DU 6 MAI 1883 (1).

Le 6 mai de l'année prochaine verra s'accomplir, dans les régions lointaines de l'Océanie, un des plus rares et des plus importants phénomènes astronomiques du siècle.

Il s'agit d'une éclipse totale de Soleil qui emprunte aux positions respectives, bien rarement réalisées, du Soleil et de la Lune, une durée tout à fait extraordinaire.

Or, dans l'état actuel de la Science, où son encore pendantes les plus importantes questions sur la constitution du Soleil et celle des espaces inexplorés qui l'avoisinent, sur l'existence de ces planètes hypothétiques que l'analyse de Le Verrier signale en deçà de Mercure, un phénomène qui nous livre, pendant de longues minutes, toutes ces régions soustraites à l'éblouissante clarté du Soleil et les rend accessibles à l'observation, est un phénomène de premier ordre.

(1) Rapport fait au Bureau des Longitudes par M. J. Janssen (*Comptes rendus*, 1882, 2e semestre, t. XCV, n° 20).

Nous allons examiner tout à l'heure les conditions dans lesquelles se produira cette rare occultation solaire; voyons d'abord quel est l'état des questions qui devront être abordées en cette occasion. Une des plus importantes est celle qui regarde la constitution des espaces avoisinant immédiatement les enveloppes actuellement reconnues du Soleil.

La grande éclipse asiatique de 1868, qui arriva si merveilleusement à propos, et par sa longue durée, et par la maturité des problèmes qu'on allait aborder, nous permit en quelque sorte de déchirer le voile qui nous cachait les phénomènes existant au delà de la surface visible du Soleil. C'est alors que l'on découvrit l'énigme tant cherchée de la nature de ces protubérances rosacées qui entourent d'une manière si singulière le limbe du Soleil éclipsé.

L'analyse spectrale nous apprit que ce sont d'immenses appendices appartenant au Soleil, et formés presque exclusivement de gaz hydrogène incandescent. Presque aussitôt, la méthode suggérée par cette même éclipse, et qui permet d'étudier journellement ces phénomènes, révéla les rapports de ces protubérances avec le globe solaire. On reconnut que ces protubérances ne sont que des jets, des expansions d'une couche de gaz et de vapeurs, de 8″ à 12″ d'épaisseur, où l'hydrogène domine, et qui est à très haute température, en raison de son contact avec la surface du Soleil. Cette basse atmosphère est le siège de fréquentes éruptions

de vapeurs venant du globe solaire, et parmi lesquelles on remarque principalement le sodium, le magnésium, le calcium. On doit même admettre que dans les parties les plus basses de cette *chromosphère*, comme elle a été désignée, la plupart des vapeurs qui, dans le spectre solaire, donnent naissance aux raies obscures qu'il nous présente, existent à l'état de haute incandescence.

L'éclipse de 1869, qui fut visible en Amérique, permit, en effet, de faire l'importante observation, toujours confirmée depuis, du renversement du spectre solaire à l'extrême bord du disque, c'est-à-dire aux points où la photosphère est immédiatement en contact avec la chromosphère, phénomène qui ne signifie pas que la photosphère elle-même ne puisse contenir les mêmes vapeurs et concourir à la production des raies spectrales solaires.

Ainsi, la découverte d'une nouvelle enveloppe solaire, la nature reconnue des protubérances et la connaissance de leur rapport avec le Soleil ; enfin la conquête d'une méthode pour l'étude journalière de ces phénomènes, tels furent les fruits que donna l'analyse spectrale appliquée à l'étude de cette longue éclipse de 1868.

Mais une éclipse totale nous présente encore d'autres manifestations complètement inexpliquées jusqu'au moment dont nous parlons. On voit, au delà des protubérances et de l'anneau chromosphérique, une magnifique auréole ou couronne lumineuse, d'un éclat doux et de teinte

argentée, qui peut s'étendre jusqu'à un rayon entier du limbe obscur de la Lune.

L'étude de ce beau phénomène, faite par les méthodes qui avaient donné de si magnifiques résultats, fut immédiatement entreprise, et occupa les astronomes pendant les éclipses de 1869, 1870, 1871.

Mais l'auréole ou la couronne, bien que constituant un brillant phénomène, possède en réalité une faible puissance lumineuse. De là la difficulté d'obtenir son spectre avec ses vrais caractères. Aussi les astronomes diffèrent-ils d'abord sur la véritable nature du phénomène. En 1871, et par l'emploi d'un instrument extrêmement lumineux, on parvint à prouver définitivement que le spectre de la couronne contient les raies brillantes de l'hydrogène et la raie verte dite 1474 des cartes de Kirchhoff: observation qui démontre que la couronne est un objet réel constitué par des gaz lumineux formant une troisième enveloppe autour du globe solaire.

Si, en effet, le phénomène de la couronne était un simple phénomène de réflexion ou de diffraction, le spectre coronal ne serait qu'un spectre solaire affaibli. Au contraire, les caractères du spectre solaire sont ici tout à fait subordonnés, et le spectre est celui des gaz protubérantiels et de la matière encore inconnue décelée par la raie 1474 (1).

(1) L'un de nous a émis l'idée (Notice du Bu-

Les éclipses subséquentes de 1875 et 1878, et celle qui vient d'être observée en Égypte, sont venues confirmer ces résultats.

Mais, si la constitution du Soleil se dévoile ainsi rapidement, il nous reste encore de grands problèmes à résoudre, et sur cette dernière enveloppe solaire, et sur les régions qui l'avoisinent.

Tout d'abord, les immenses appendices que la couronne a présentés pendant quelques éclipses ont-ils une réalité objective, et sont-ils une dépendance de cette immense atmosphère coronale, ou plutôt ne seraient-ce pas des essaims de météorites circulant autour du Soleil, ainsi que l'a suggéré un des membres du Bureau ?

N'oublions pas la lumière zodiacale, dont il reste à déterminer les rapports avec ces dépendances du Soleil.

Mais ces problèmes importants ne sont pas les seuls que nous devions actuellement aborder pendant les occultations du globe solaire. Les

---

reau des Longitudes, 1879) que l'atmosphère coronale qui est en dépendance avec la chromosphère et la photosphère doit offrir un aspect beaucoup plus tourmenté à l'époque du maximum des taches et des protubérances, puisque les jets d'hydrogène qui y pénètrent sont alors beaucoup plus nombreux et plus riches. Les observations ultérieures, et notamment celles qui ont été faites pendant la dernière éclipse, au moment où les éruptions solaires étaient abondantes, ont confirmé cette prévision.

régions qui nous occupent renferment-elles une ou plusieurs planètes que l'illumination de notre atmosphère, si vive dans le voisinage du Soleil, nous aurait toujours dérobées? Le Verrier a longuement examiné cette question, et ses travaux analytiques l'avaient conduit à admettre leur existence.

D'un autre côté, plusieurs observateurs ont annoncé avoir assisté à des passages de corps ronds et obscurs devant le Soleil; mais ces observations sont loin d'être certaines. La surface du Soleil est souvent le siège de petites taches très rondes qui apparaissent et disparaissent dans un temps souvent assez court pour simuler le passage de corps ronds devant cet astre.

La question a une importance capitale; aussi préoccupe-t-elle actuellement, à juste titre, tous les astronomes.

L'analyse de Le Verrier doit-elle enrichir le monde solaire vers ses régions centrales, comme elle l'a fait avec un si magnifique succès pour ses limites les plus reculées?

Pour résoudre le problème dont la solution incombe encore plus particulièrement à l'Astronomie française, nous n'avons que deux moyens : l'étude attentive de la surface solaire, ou l'examen des régions circumsolaires quand une éclipse nous en rend l'exploration possible. Ce dernier moyen semble le plus efficace, mais à la condition que l'occultation sera assez longue pour permettre une exploration minutieuse de toutes

les régions où le petit astre peut être rencontré.

Voilà ce qui donne une importance capitale à l'éclipse du 6 mai prochain, une des plus longues du siècle.

Examinons actuellement les circonstances de cette grande éclipse, et les moyens qu'il conviendrait d'employer pour son observation.

L'éclipse totale du 6 mai prochain aura une durée de six minutes au point où la phase est maximum ($5^m 59^s$) : c'est un temps triple de celui des éclipses ordinaires.

La ligne centrale est tout entière comprise dans l'océan Pacifique sud, et l'on ne peut espérer l'observer que dans les îles de cet océan.

Après une étude attentive de la question, il nous a paru que deux îles se prêtaient à peu près également bien à l'observation : ce sont les îles Flint et Caroline.

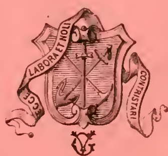
L'île Flint (lat. 11°25′43″ et long. 14°8′ O.) est la plus rapprochée de la ligne centrale. Le calcul donne pour la durée de la totalité dans cette île $5^m 33^s$. L'île Caroline ou les Carolines est par 152°26′O. et 9°14′S.; la durée de la totalité y sera de $5^m 20^s$, c'est-à-dire seulement 13^s de moins qu'à l'île Flint.

On voit que les conditions astronomiques du phénomène sont extrêmement favorables dans ces îles, et c'est à ces stations que nous proposerions au Bureau d'envoyer une expédition.

Cette expédition partirait de Paris, se rendrait à New-York, traverserait le continent américain à l'aide du chemin de fer qui va à San-Francisco,

et là elle trouverait un paquebot (service français qui va être établi) qui la conduirait aux îles Marquises. Là, un navire de guerre de la station française la prendrait, et irait déposer chaque fraction de l'expédition à l'île Caroline et à l'île Flint. Ce navire, qui d'ailleurs serait pourvu de tout ce qui est nécessaire pour l'établissement des stations, la sûreté et le vivre des observateurs, ne quitterait ces parages que pour ramener la Mission à Taïti, où nos envoyés trouveraient des moyens de transport pour effectuer leur retour, soit par la voie d'aller, soit, ce qui semblerait préférable, par la voie de l'Australie.

8375 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.


ECCE LABORA ET NOLI CONTRISTARI

